

526,047

10/526047

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004年3月18日 (18.03.2004)

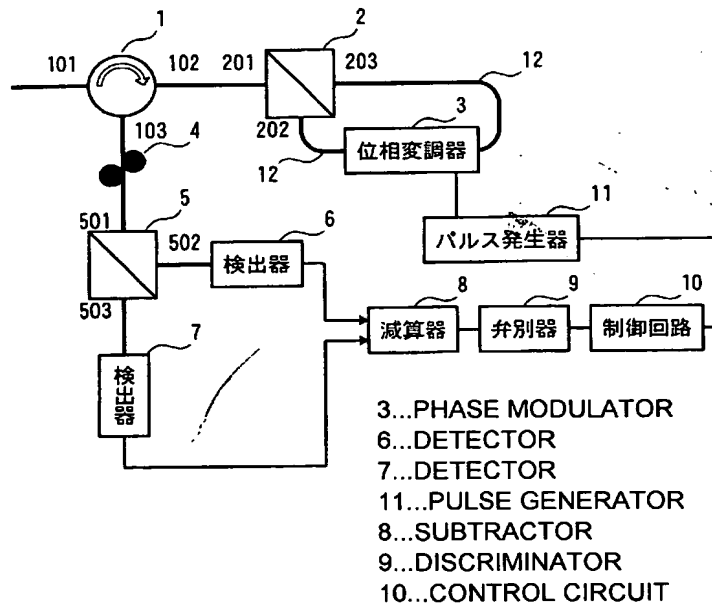
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/023232 A1

- (51) 国際特許分類: G06E 1/00 (71) 出願人 および  
(72) 発明者: 富田 章久 (TOMITA, Akihisa) [JP/JP]; 〒300-3253 茨城県 つくば市 大曾根 4074 番地 12 号 Ibaraki (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2002/010253
- (22) 国際出願日: 2002年10月2日 (02.10.2002)
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 清水 守 (SHIMIZU, Mamoru); 〒101-0053 東京都 千代田区 神田美土代町 7 番地 10 大園ビル Tokyo (JP).
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (81) 指定国 (国内): CA, US.
- (30) 優先権データ: 特願2002-255649 2002年8月30日 (30.08.2002) JP 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 科学技術振興事業団 (JAPAN SCIENCE AND TECHNOLOGY CORPORATION) [JP/JP]; 〒332-0012 埼玉県 川口市 本町四丁目 1 番 8 号 Saitama (JP). 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: QUANTUM CIRCUIT AND QUANTUM COMPUTER

(54) 発明の名称: 量子回路および量子計算機



(57) Abstract: A quantum circuit and a quantum computer capable of performing the multi-bit quantum computation. Control unitary conversion is realized by indicating the quantum bit by the optical polarization direction, successively inputting the polarized optical pulse row indicating the row of the quantum bit, and determining the magnitude of the polarizing rotation and the phase difference functioning on a certain optical pulse according to the measurement result of the polarization of the previously input optical pulse row. The effect of errors is reduced by setting the number of photons included in one pulse to be larger than 1 in the optical pulse indicating the quantum bit.

[続葉有]

WO 2004/023232 A1



---

(57) 要約: 多ビットの量子計算を行うことができる量子回路および量子計算機を実現する。量子ビットを光の偏光方向で表し、量子ビットの列を表す偏光した光パルス列を順次入力し、ある光パルスに作用する偏光回転および位相差の大きさを、それ以前に入力された光パルス列の偏光の測定結果を元に決定することにより、制御ユニタリ変換を実現する。また、量子ビットを表す光パルスにおいて、1パルスあたりに含まれる光子数を1より大きくすることにより、誤差の影響を小さくする。

## 明 細 書

## 量子回路および量子計算機

## 技術分野

本発明は、量子回路および量子計算機に係り、特に制御ユニタリ変換を用いる量子回路および量子計算機に関するものである。

## 背景技術

近年、従来の計算機の限界を超える計算能力の実現のため、量子計算の研究が盛んに行われるようになってきている。例えば、ショア (Shor, P. W.) が 1995 年に第 35 回計算機科学の基礎年会 (The 35th Annual Symposium of the Foundations of Computer Science) で発表したアルゴリズムを用いると、大きな整数の素因数分解をビット数の多項式で表される時間で行うことができる。

これは、従来の計算機では、実行時間がビット数の指数関数で増加する。また、従来の計算機では、N ビットのデータベース検索は、ビット数に比例する実行時間が必要であるが、グローバー (Grover, L.) がフィジカルレビューレターズ誌 (Physical Review Letters) 79 巻、325 ページ (1997) で提案しているアルゴリズムを用いると、N の平方根に比例する時間で行うことができる。

このような量子計算の実現には、量子ビットと呼ばれる古典的なビットに対応するものが基本単位として用いられる。量子ビットでは論理値 0 に対応する状態  $|0\rangle$  と論理値 1 に対応する状態  $|1\rangle$  の線形の重ね合わせ状態  $|\Psi\rangle = a|0\rangle + b|1\rangle$  ( $a^2 + b^2 = 1$ ) を認めることが特徴である。さらに、1 量子ビットに対するユニタリ変換  $|\Psi\rangle \rightarrow U|\Psi\rangle$  を行う量子ゲート、1 つの量子ビットの状態により他の量子ビットに対するユニタリ変換を行う制御ユニタリ変換ゲートとそれらを組み合わせた量子回路が必要となる。

上述の内容を、整数 N を素因数分解するショアのアルゴリズムを例にとって説

明する。

このアルゴリズムは従来型の計算（古典計算）と量子計算の組み合わせで行われる。

1.  $N$ が偶数のとき、因数2を出力する。
2.  $p \geq 1$ かつ $q \geq 2$ で $N = p^q$ を満たす $p$ ,  $q$ が存在するかを古典計算により判別し、存在するとき $p$ を因数として出力する。
3. ランダムな整数 $a$  ( $1 < a < N$ )を選び、ユークリッドの互除法により、 $a$ と $N$ の最大公約数を計算する。最大公約数が1より大きいときその最大公約数を出力する。
4. 位数を求める量子計算機を用いて、 $a \bmod N$ の位数 $r$ を計算する。
5.  $r$ が奇数または $a^{r/2} = -1 \pmod{N}$ を満たす偶数のとき、ステップ3に戻る。それ以外の場合、 $a^{r/2} - 1$ と $N$ の最大公約数および $a^{r/2} + 1$ と $N$ の最大公約数を計算する。これらが自明な因数（1または $N$ ）でないとき、これらを出力する。

ステップ4で用いられる量子計算機は第1図に示す量子回路で実現される。ここではビット数を4としている。第1図に示す量子回路は位数に依存した位相を与える回路21と、位相から位数を求めるための逆フーリエ変換回路22からなる。位数に依存した位相を与える回路21において制御ユニタリ変換ゲート $U_{23}$ は、

$$\begin{aligned} cU_a |0\rangle |x\rangle &= |0\rangle |x\rangle \\ cU_a |1\rangle |x\rangle &= |1\rangle |ax \bmod N\rangle \end{aligned} \quad \dots (1)$$

で与えられる。ここで $c$ はある定数である。この回路で量子ビットは、

$$cU_a (|0\rangle + |1\rangle) |1\rangle = \sum_{j=0}^{r-1} \sum_{s=0}^{r-1} \exp[2^n \pi i s j / r] |j\rangle |u_s\rangle \quad \dots (2)$$

のように変換される。ここで $|u_s\rangle$ は、

$$|u_s\rangle = \frac{1}{\sqrt{r}} \sum_{k=0}^{r-1} \exp[-2\pi i s k / r] |a^k \bmod N\rangle \quad \dots (3)$$

で定義される。第1量子ビットに逆フーリエ変換を行うと、

$$\frac{1}{\sqrt{r}}|s/r\rangle|u_s\rangle \quad \dots (4)$$

が得られる。第1量子ビットを測定すると、 $s/r$  が得られ、 $r$  の推定値を求めることができる。また、アダマールゲート 24 は、

$$\begin{aligned} |0\rangle &\leftrightarrow \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle + |1\rangle) \\ |1\rangle &\leftrightarrow \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle - |1\rangle) \end{aligned} \quad \dots (5)$$

に示すような変換を行う。逆フーリエ変換では、このほかに制御ユニタリ変換の一種である制御回転ゲート 25 が用いられる。制御回転ゲート 25 は、

$$R_k : \begin{cases} |0\rangle|0\rangle \rightarrow |0\rangle|0\rangle \\ |0\rangle|1\rangle \rightarrow |0\rangle|1\rangle \\ |1\rangle|0\rangle \rightarrow |1\rangle|0\rangle \\ |1\rangle|1\rangle \rightarrow \exp[2^{-k}\pi i]|1\rangle|1\rangle \end{cases} \quad \dots (6)$$

で与えられる。

従来、ショアのアルゴリズムを実現するためには、有機分子の核スピンを量子ビットとし、核磁気共鳴 (NMR) の技術が用いられてきた。

最近、 $15 = 3 \times 5$  の素因数分解の実験がヴァンダーシペン (Vandersypen, L. M. K.)、ステファン (Steffen, M.)、ブレイタ (Breyta, G.)、ヤンノル (Yannoni, C. S.)、シャーウッド (Sherwood, M. H.)、チャン (Chuang, I. L.) によりネイチャー誌 (Nature) 424 巻 883 ページ (2001) に報告されている。

#### 発明の開示

しかしながら、上述した従来のシステムでは、原理的に 10 量子ビット以上の実現は難しく、実用上意味のある計算を行うことは不可能である。量子計算に必要な量子ビットの数を小さくする研究も行われており、ビュレガード (Beuregard, S.) がロスアラモス研究所のプレプリントアーカイブ quan

t-ph/0205095(2002)で報告している結果によると、 $n$ ビットの整数を素因数分解するのに必要な量子ビット数を  $2n+3$  までに抑えることができる。その場合でも例えば40ビットの整数の素因数分解には83ビット必要になり、有機分子の核スピンを量子ビットとする方法での実現は難しい。

そのほかの量子ビットの実現法を用いても、量子ビットが環境の影響でコヒーレンスを失うため、多ビットの量子計算を行うことは困難である。

本発明は、上記状況に鑑みて、多ビットの量子計算を行うことができる量子回路および量子計算機を提供することを目的とする。

本発明は、上記目的を達成するために、

〔1〕量子回路において、量子ビットを光の偏光方向で表し、量子ビットの列を表す偏光した光パルス列を順次入力し、ある光パルスに作用する偏光回転および位相差の大きさを、それ以前に入力された光パルス列の偏光の測定結果を元に決定することにより、制御ユニタリ変換を実現するようにしたものである。

〔2〕上記〔1〕記載の量子回路において、前記制御ユニタリ変換が  $|0\rangle$  状態を表す偏光と  $|1\rangle$  状態を表す偏光の間に位相差を与えるものであることを特徴とする。

〔3〕上記〔2〕記載の量子回路において、偏光ビームスプリッタの出力を偏波保持ファイバで結び、位相変調器を前記偏波保持ファイバの midpoint からずれた位置に配置することにより、 $|0\rangle$  状態を表す偏光と  $|1\rangle$  状態を表す偏光の間に位相差を与えることを特徴とする。

〔4〕上記〔1〕、〔2〕又は〔3〕記載の量子回路において、量子ビットを表す光パルスにおいて、1パルスあたりに含まれる光子数が1より大きいことを特徴とする。

〔5〕量子計算機であって、上記〔1〕、〔2〕、〔3〕又は〔4〕記載の量子回路を含む。

本発明による量子回路は、量子ビットを光の偏光方向で表し、量子ビットの列を表す偏光した光パルス列を順次入力し、ある光パルスに作用する偏光回転および位相差の大きさを、それ以前に入力された光パルス列の偏光の測定結果を元に決定することにより、制御ユニタリ変換を実現することを特徴とする。

この量子回路では制御ユニタリ変換を、制御量子ビットの状態を測定し、その結果を電気信号として変調器に入力することで実現する。そのため、多量子ビットに対する演算を逐次行うことができる。

従って、1個の量子ビットに対する制御ユニタリ変換で任意のビット数の量子ビットに対する変換を行うことができるという効果が得られる。

また、本発明の量子回路で、制御ユニタリ変換が $|0\rangle$ 状態を表す偏光と $|1\rangle$ 状態を表す偏光の間に位相差を与えるものとし、偏光ビームスプリッタの出力を偏波保持ファイバで結び、位相変調器を前記偏波保持ファイバの midpoint からずれた位置に配置することにより $|0\rangle$ 状態を表す偏光と $|1\rangle$ 状態を表す偏光の間に位相差を与えることを特徴とするものは、 $|0\rangle$ 状態と $|1\rangle$ 状態が同じファイバを通るためファイバ内の屈折率の揺らぎなどに起因するコヒーレンスの低下を防ぐことができる。

また、本発明の量子回路では、量子ビットを表す光パルスに含まれる光子数を1より十分大きくすることができる。そのため、入力される状態やユニタリ変換に誤差が大きくても測定結果の誤りを小さくすることができる。

従って、本発明の量子回路を含む量子計算機において前段の量子回路での精度の要求が緩やかになり、多ビットの計算が容易になるという効果がある。

#### 図面の簡単な説明

第1図は、ショアのアルゴリズムを実現する量子計算機の回路を示す図である。

第2図は、本発明の実施例を示す量子逆フーリエ変換回路を示す図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について図を参照しながら説明する。

第2図は本発明の実施例を示す量子逆フーリエ変換回路を示す図である。

この図において、入力された量子ビットの列である光パルス列はサーキュレータ1の端子101に入射し、端子102から出射する。出射光は偏光ビームスプリッタ2の端子201に入射する。偏光ビームスプリッタ2は垂直偏光を端子202に、水平偏光を端子203に分離する。端子202の出力は偏波保持ファイ

バ 1 2 の遅軸に偏光を合わせて結合される。さらに、位相変調器 3 を経て偏光ビームスプリッタ 2 の端子 2 0 3 に偏波保持ファイバ 1 2 によって結合される。このとき、偏波保持ファイバ 1 2 の遅軸は端子 2 0 3 に合わせて水平偏光となるように設定する。この偏波保持ファイバ 1 2 は偏光ビームスプリッタ 2 の端子 2 0 2 と位相変調器 3 をつないでいるものよりも 4 m 長くする。これにより端子 2 0 2 と端子 2 0 3 を結ぶ偏波保持ファイバ 1 2 によるファイバループができる。このファイバループでは垂直偏光は右回りに、水平偏光は左回りに進行する。両偏光は偏光ビームスプリッタ 2 で再び合成され、端子 2 0 1 から出力され、サーキュレータ 1 の端子 1 0 2 に戻る。サーキュレータ 1 により、出力は端子 1 0 3 から現れる。サーキュレータ 1 の端子 1 0 3 からの出力は偏光コントローラ 4 を通って偏光ビームスプリッタ 5 の端子 5 0 1 に入射する。偏光コントローラ 4 はファイバや各素子での偏光状態のずれを補正するとともに、第 1 図におけるアダマールゲート 2 4 の働きを併せ持っている。偏光ビームスプリッタ 5 は垂直偏光を端子 5 0 2 に、水平偏光を端子 5 0 3 に分離する。偏光ビームスプリッタ 5 の端子 5 0 2, 5 0 3 にそれぞれ検出器 6, 7 を接続する。検出器 6, 7 の出力は減算器 8 で差を取った後、弁別器 9 に入力される。弁別器 9 の出力は制御回路 1 0 に入力される。制御回路 1 0 はパルス発生器 1 1 の出力電圧を決定する。パルス発生器 1 1 の出力は位相変調器 3 に印加される。

また、位相変調器 3 はファイバループの midpoint から本実施例では 2 m 離れているが、その長さ D はこれに限らない。ファイバループの長さ L、光パルス列の繰り返し時間 T、パルス発生器 1 1 のパルス幅  $t$  は、以下のような関係を満たすように決めればよい。ファイバ中の光速度を  $v$  とすると、

$$T > L/v \quad \dots (7)$$

$$t < D/v \quad \dots (8)$$

式 (7) は偏光ビームスプリッタ 2 で異なる量子ビットが干渉しないための条件である。正確にはこの条件を満たさなくともよく、異なるパルスが衝突する時間が光パルスのコヒーレンス時間よりも長ければよい。式 (8) は片方の偏光のみが位相変調を受けるための条件である。



以上、詳細に実施例の構成を述べたが、第2図に示す制御回路10は、通常のシフトレジスタなどから構成でき、以下に説明する動作から当業者には容易に構成できる。

次に、第2図に示す量子ビットは光パルスの偏光方向によって表され、水平偏光は $|0\rangle$ 状態、垂直偏光は $|1\rangle$ 状態にそれぞれ対応している。逆フーリエ変換を行うための入力状態は、位相 $\phi$ を2進法の少数で、 $\phi = 0.\phi_1\phi_2\cdots\phi_n$

( $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_n = 0, 1$ ) のように表すと、

$$\frac{1}{2^{n/2}} \sum_{k=0}^{2^n-1} \exp[2\pi i \phi k] |k\rangle = \frac{1}{2^{n/2}} \left( |0\rangle + e^{2\pi i 0.\phi_n} |1\rangle \right) \left( |0\rangle + e^{2\pi i 0.\phi_{n-1}\phi_n} |1\rangle \right) \cdots \left( |0\rangle + e^{2\pi i 0.\phi_1\phi_2\cdots\phi_n} |1\rangle \right) \quad \dots (9)$$

と表すことができる。

入力する光パルスの偏光は、順次 $|0\rangle + \exp[2\pi i 0.\phi_n] |1\rangle$ ,  $|0\rangle + \exp[2\pi i 0.\phi_{n-1}\phi_n] |1\rangle$ ,  $\dots$ ,  $|0\rangle + \exp[2\pi i 0.\phi_1\phi_2\cdots\phi_n] |1\rangle$ となる。つまり、45度直線偏光から円偏光に至るポワンカレ球上のyz平面上の大円 $y^2 + z^2 = 1$ の上の点で与えられている。

また、第1の光パルスは、サーキュレータ1を通り、偏光ビームスプリッタ2で端子202と端子203の二つの方向に分離される。第1の光パルスに対しては位相変調器3による位相変調を行わない。すると、ファイバループを通った後、偏光ビームスプリッタ2で合成された偏光状態は入力と同様になる。サーキュレータ1を通った後、偏光コントローラ4で、式(5)のように偏光状態が変換される。つまり、偏光ビームスプリッタ5で偏光分離した後の光は、 $\phi_n = 0$ のとき検出器7のみで、 $\phi_n = 1$ のとき検出器6のみで検出される。よって、検出器6, 7の出力を比較することによって $\phi_n$ の値を知ることができる。

第2の光パルスに対しては、 $-\phi_n \pi/2$ の位相変調を与えるようにパルス発生器11の出力電圧を調整する。垂直偏光が位相変調器3を通過するときにはパルスが印加され、水平偏光が通過するときにはパルスが印加されないようにパルスの発生時刻を設定する。本実施例では垂直偏光は、4mのファイバに相当する約20ns水平偏光よりも早く位相変調器3に到達する。つまり、垂直偏光がパルス発生器11の電圧ファイバに相当する約20ns水平偏光よりも早く位相変調

器 3 に到達する。パルス発生器 11 の電圧パルス幅は垂直偏光と水平偏光の到達時刻の差より小さく、光パルスの時間幅より大きく設定する。本実施例では光パルスの幅 100 ps、パルス発生器 11 の電圧パルス幅 10 ns としている。ファイバループを通り、偏光ビームスプリッタ 2 で合成された偏光状態は、 $|0 + \exp[2\pi i 0. \phi_{n-1}] |1\rangle$  となるから、偏光コントローラ 4 を通り偏光ビームスプリッタ 5 で偏光分離した後の光は、 $\phi_{n-1} = 0$  のとき検出器 7 のみで、 $\phi_{n-1} = 1$  のとき検出器 6 のみで検出される。よって、検出器 6, 7 の出力を比較することによって  $\phi_{n-1}$  の値を知ることができる。

第 3 の光パルスに対しては、 $-\phi_{n-1} \pi/2 - \phi_n \pi/4$  の位相変調を  $|1\rangle$  状態のみに与えるように、パルス発生器 11 の出力電圧を調整する。位相変調により、偏光ビームスプリッタ 5 に入射する光の状態は、 $|0\rangle + \exp[2\pi i 0. \phi_{n-2}] |1\rangle$  となるから、検出器 6, 7 の出力を比較することによって、 $\phi_{n-2}$  の値を知ることができる。

以下、同様に k 番目の光パルスに対して、

$$-\sum_{j=1}^{k-1} \pi \phi_{n-j+1} / 2^{k-j} \quad \dots (10)$$

の位相変調を  $|1\rangle$  状態のみに与えるようにパルス発生器 11 の出力電圧を調整する。位相変調により偏光ビームスプリッタ 5 に入射する光の状態は、 $|0\rangle + \exp[2\pi i 0. \phi_{n-k+1}] |1\rangle$  となるから、検出器 6, 7 の出力を比較することによって  $\phi_{n-k+1}$  の値を知ることができる。

以上のように、前に入射した量子ビットの測定結果を元に決定した大きさの位相変調を次の量子ビットに印加する操作を繰り返すことにより任意のビット数の量子ビットに対する逆フーリエ変換を行うことができる。

本実施例では、位相変調の大きさを決めるのにそれ以前に測定した全ての量子ビットの結果を用いているが、パルス当たりの光子数が 1 より大きく検出器 6, 7 の出力の差が大きくなるので位相変調の量は正確でなくとも測定結果に誤差は生じない。実験の結果、4 ビット前までの測定結果を用いるだけで正確な逆フーリエ変換ができることがわかった。

本実施例で説明した量子回路を、位数に依存した位相を与える回路と組み合わせ

せることによって、ショアのアルゴリズムが実現できる。このとき、位数に依存した位相を与える回路においても、光子数を1より大きくすることによって位相の誤差が大きくても誤りの少ない量子計算を行うことができる。

なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

以上、詳細に説明したように、本発明によれば、次のような効果を奏することができる。

(A) 第1の効果は、1量子ビットに対する制御ユニタリ変換で任意のビット数の量子ビットに対する制御ユニタリ変換ができることにある。

その理由は、量子ビットの測定結果を元に決定した大きさの位相変調を次の量子ビットに印加する操作を繰り返すためである。

(B) 第2の効果は、環境による擾乱に起因する測定結果の誤りが小さいことにある。

その理由は、ファイバループを用いているので $|0\rangle$ 状態と $|1\rangle$ 状態が同じファイバを通るため、受ける擾乱が共通になり、 $|0\rangle$ 状態と $|1\rangle$ 状態の間の位相差は影響を受けないためである。

また、用いる光子の数を大きくできるため、 $|0\rangle$ 状態と $|1\rangle$ 状態の判別が容易になり、位相の誤差が大きくとも誤りの小さな測定ができる。

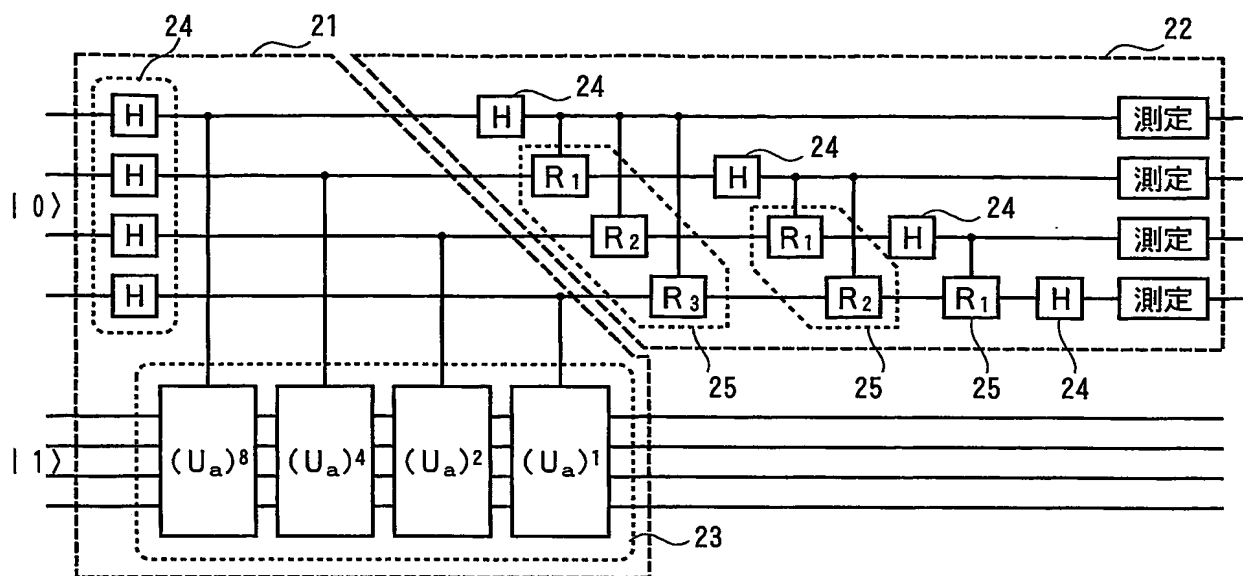
#### 産業上の利用可能性

本発明の量子回路および量子計算機は、多ビットの量子計算を行うことができ、量子計算機の主要モジュールの一つとして用いることができる。

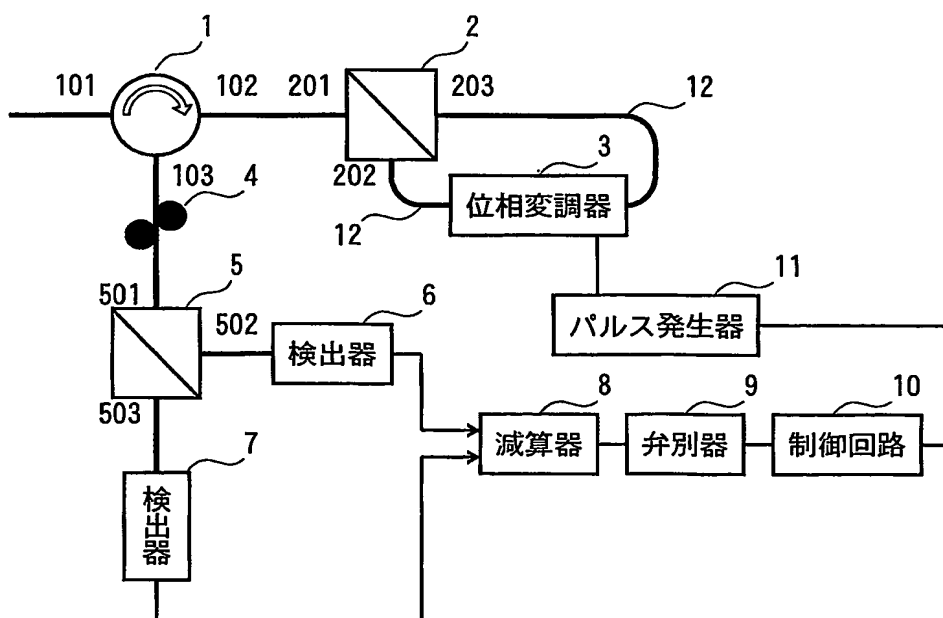
## 請 求 の 範 囲

1. 量子ビットを光の偏光方向で表し、量子ビットの列を表す偏光した光パルス列を順次入力し、ある光パルスに作用する偏光回転および位相差の大きさを、それ以前に入力された光パルス列の偏光の測定結果を元に決定することにより、制御ユニタリ変換を実現することを特徴とする量子回路。
2. 前記制御ユニタリ変換が $|0\rangle$ 状態を表す偏光と $|1\rangle$ 状態を表す偏光の間に位相差を与えるものであることを特徴とする請求項1記載の量子回路。
3. 偏光ビームスプリッタの出力を偏波保持ファイバで結び、位相変調器を前記偏波保持ファイバの midpoint からずれた位置に配置することにより、 $|0\rangle$ 状態を表す偏光と $|1\rangle$ 状態を表す偏光の間に位相差を与えることを特徴とする請求項2記載の量子回路。
4. 量子ビットを表す光パルスにおいて、1パルスあたりに含まれる光子数が1より大きいことを特徴とする請求項1、2又は3記載の量子回路。
5. 請求項1、2、3又は4記載の量子回路を含む量子計算機。

## 第 1 図



## 第 2 図



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/10253

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> G06E1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> G06E1/00, G02F3/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2002

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2002 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-346211 A (Akio MOTOYOSHI), 14 December, 1999 (14.12.99), Par. Nos. [0065] to [0069] & EP 920149 A2 & US 6314189 B1	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
19 December, 2002 (19.12.02)Date of mailing of the international search report  
14 January, 2003 (14.01.03)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G06E 1/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G06E 1/00, G02F 3/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2002年

日本国登録実用新案公報 1994-2002年

日本国実用新案登録公報 1996-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 11-346211 A(元吉 明夫), 1999. 12. 14, 段落0065-0069 & EP 920 149 A2 & US 6314189 B1	1-5

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

19. 12. 02

国際調査報告の発送日

14.01.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田中 友章



5E

9376

電話番号 03-3581-1101 内線 3520